

Eficiencia del uso de plantas insecticidas en el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae)

Efficiency of using insecticide plants on control of maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, (Coleoptera: Curculionidae)

Hernán Zurita Vásquez^{1*}, Luciano Valle Velástegui¹, Carlos Vásquez¹, Segundo Curay Quispe¹, Marcia Buenaño Sánchez¹ y Deysi Guevara Freire¹

¹ Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera Cevallos-Quero, Código Postal 180350. Cevallos, Provincia de Tungurahua, Ecuador.

*Autor para correspondencia (hernanzurita@yahoo.es)

Recibido: 03/03/2017; Aceptado: 13/10/2017.
10.18004/investig.agrar.2017.diciembre.120-126

RESUMEN

El gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais*, es una plaga de importancia económica en granos almacenados por lo que se requieren métodos de control alternativos y seguros. En el presente estudio se evaluó el efecto de polvos vegetales sobre la mortalidad del gorgojo del maíz, el peso final de los granos de maíz, número de granos perforados, peso del material de desecho bajo condiciones de laboratorio. Se evaluaron los polvos obtenidos de cuatro especies de plantas [*Ruta graveolens* (ruda), *Urtica dioica* (ortiga), *Ambrosia arborescens* (marco) y *Buddleja globosa* (matico)] al 5% p/p y fueron comparadas con el uso de un insecticida convencional (Malathion usado como control positivo) y con un control negativo, al cual no se le hizo ningún tipo de aplicación. Para ello fueron usados 150 g de granos de maíz e infestados con 20 gorgojos adultos, los cuales fueron tratados con 7,5 g del polvo vegetal respectivo. El ensayo fue conducido en un diseño completamente aleatorizado. La ruda y el marco provocaron porcentajes de mortalidad sobre el gorgojo del maíz de 53,35 y 41,65%, respectivamente, lo cual sugiere que estas especies de planta podrían ser usadas en combinación con otras estrategias de manejo en granos almacenados. Sin embargo, se requieren hacer estudios que evalúen el efecto de diferentes concentraciones de modo a optimizar su uso.

Palabras clave: Plagas de granos almacenados, Control alternativo, eficacia.

ABSTRACT

The maize weevil, *Sitophilus zeamais*, is an economic important pest in stored grains, thus alternative and safe methods of control are required. In this study, the effect of plant powders on mortality of the maize weevil, final weight of corn kernels, number of perforated corn kernel, and weight of waste material were evaluated in laboratory conditions. Powder obtained from four plant species [*Ruta graveolens* (ruda), *Urtica dioica* (ortiga), *Ambrosia arborescens* (marco) y *Buddleja globosa* (matico)] was evaluated used at 5% w/w and then compared to a conventional insecticide (Malathion used as positive control) and to a negative control, to which no application was made. For this purpose, 150 g of kernels were used and infested with 20 adult weevils, which were treated with 7.5 g of the respective plant powder. Experiment was carried out in a completely randomized design. The *ruda* and *marco* caused percentage of mortality on the maize weevil of 53.35 and 41.65%, respectively, suggesting that these plant species could be used in combination with other management strategies in stored grains. However, studies dealing with effect of different concentrations are required in order to optimize their use.

Key words: weevils in stored grains, alternative control, efficiency.

INTRODUCCIÓN

Sitophilus zeamais Motschulsky, es considerada una principal plaga de maíz almacenado, puesto que causa perforaciones en el grano disminuyendo el peso y calidad del producto, haciéndolo menos apto para el consumo y afectando negativamente su porcentaje de germinación (Abdullahi et al. 2014). En América Latina, la pérdida por ataque de este gorgojo en granos de maíz almacenado ha alcanzado entre 15-25% en Perú, 20% en Panamá, 10-30% en Ecuador y hasta 50% en Guatemala (Kumar y Kalita 2017). Debido a los altos niveles de daño, se hace necesaria la aplicación de métodos de control, siendo el control químico el más utilizado para proteger los granos almacenados del ataque de los insectos (Silva et al. 2003, White y Leesch 1996). Sin embargo, los problemas causados por el mal uso de los insecticidas sintéticos ha obligado a buscar nuevas alternativas de control, como es el uso de sustancias derivadas del metabolismo secundario de las plantas (Mazzonetto 2002, Tavares 2002, Mareggiani 2001).

La revalorización de las plantas con propiedades insecticidas ha tenido un mayor auge durante los últimos 35 años. Así, en algunos países de América Latina se han desarrollado interesantes líneas de investigación que buscan en las plantas compuestos químicos con menor impacto ambiental y con potencial para el control de plagas agrícolas (Mazzonetto 2002, Mareggiani 2001). La mayoría de las especies vegetales utilizadas como insecticidas no solo provocan un efecto de intoxicación, sino que también afectan el desarrollo al actuar como repelentes o disuasivos de la alimentación u ovoposición, lo cual hace que muchas veces se sobredimensionen sus efectos protectores (Silva et al. 2002).

El uso más sencillo de las plantas para el control de plagas de los granos almacenados es la mezcla física de los polvos secos de estas con el grano (Weaver y Subramanyan 2000). Estudios previos han evaluado el efecto del polvo obtenido de diferentes especies vegetales sobre el control de insectos en varios países como Brasil, México y Chile, aunque sus propiedades protectoras son solamente preventivas, ya que una vez que el insecto penetra en el grano, el polvo no tiene efecto (Silva et al. 2001). En tal sentido, Silva (2005) observó que el polvo obtenido de la inflorescencia y la mezcla de hojas y tallos varias especies de *Chenopodium* provocaron mortalidad y menor tasa de emergencia de adultos de *S. zeamais*, además de la disminución de la pérdida de peso en granos de maíz. De manera similar, Salvadores et al. (2007) obtuvieron porcentajes de

mortalidad entre 83,4 y 100% y bajas tasas de emergencia de adultos de *S. zeamais* tratados con polvo *Piper nigrum* L.

En consideración a lo antes expuesto, en la presente investigación se planteó evaluar las propiedades insecticidas de ruda (*Ruta graveolens* L.), ortiga (*Urtica dioica* L.), marco (*Ambrosia arborescens* Mill.), matico (*Buddleja globosa* Lam.) sobre el gorgojo del maíz, de modo de ofrecer alternativas sustentables a los productores de maíz de la Provincia de Tungurahua en la región Central del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el efecto insecticida de polvos vegetales obtenidos de la parte aérea de plantas de ruda (*Ruta graveolens*), ortiga (*Urtica dioica*), marco (*Ambrosia arborescens*), matico (*Buddleja globosa*) las cuales crecían naturalmente en la Granja Experimental Docente de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), en Querochaca, Ecuador. Los ensayos fueron llevados a cabo en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UTA).

Para la obtención de los productos naturales, se colectaron partes aéreas de cada una de las especies y se dejaron secar a temperatura ambiente y a la sombra durante cinco días y finalmente estas fueron trituradas manualmente. Seguidamente fueron pesados 150 g de maíz, los cuales fueron colocados en frascos plásticos con una tapa perforada y posteriormente infestados con 20 gorgojos adultos. Noventa y seis horas después de haber infestado el maíz con los gorgojos, en cada frasco fueron agregados 7,5 g del polvo vegetal respectivo, lo cual representa el 5% del peso de la muestra de maíz.

Para la comparación se usaron dos controles; uno positivo que consistió en la aplicación de malathion PM (Agroquímicos G.F.) y un control negativo al cual no se hizo ningún tipo de aplicación. Las evaluaciones del peso final de los granos de maíz, el número de granos perforados, el peso del material de desecho y el número de adultos muertos fueron hechas después de 30 días de inoculados los gorgojos.

El ensayo fue conducido en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y las variables que resultaron significativas fueron sometidas a prueba de

medias de Duncan ($p < 0,01$), usando el paquete estadístico Infostat versión 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con relación a la tasa de mortalidad, el tratamiento donde se aplicó malathión alcanzó el mayor valor con 14,67 gorgojos muertos, seguido del tratamiento con marco (10,67 gorgojos adultos muertos), los cuales fueron significativamente diferentes a la mortalidad observada en gorgojos sin ninguna aplicación (0,67 adultos muertos) ($p \leq 0,0001$) (Figura 1). La mayor tasa de mortalidad en gorgojos tratados con polvos vegetales fue alcanzada con la aplicación de marco y ruda con 53,35 y 41,65%. Los resultados menos prometedores fueron obtenidos con plantas de ortiga y matico con un 23,35% de mortalidad de adultos de gorgojo. Los resultados de los polvos vegetales sobre la mortalidad de gorgojos son variables. Por un lado, Salvadores et al. (2007) registraron tasas de mortalidades de 30,2% y 52,2% en *S. zeamais* en granos tratados con polvo de *Pimpinella anisum* L. y *Cominum cyminum* al 1%, respectivamente. Contrariamente, Páez (1987) observó que la mortalidad alcanzó apenas 3,1 y 1,8% respectivamente con los mismos productos y concentraciones. De manera

similar, Procópio et al. (2003) observaron que la mortalidad producida por polvos de hojas y frutos de *Capsicum frutescens* L. al 3% apenas alcanzó valores de mortalidad del 9,17%.

La efectividad del uso de polvos vegetales depende de varios factores, incluyendo la especie de planta usada y la concentración y tiempo de exposición (Abdullahi et al. 2014, Silva et al. 2005). En tal sentido, Abdullahi et al. (2014) demostraron que la mayor mortalidad del gorgojo fue observada 144 h después del tratamiento con la mayor concentración del polvo de una mezcla de corteza y raíces de *Acacia nilotica*. Así mismo, la aplicación de polvos de *Chenopodium ambrosioides* y *P. boldus* a concentraciones de 1,0 y 2,0% (p/p) provocaron una mortalidad del 90,3 y 90,1% y para 97,1 y 98,8%, respectivamente. La residualidad se mantuvo sólo en el tratamiento de 24 horas.

De acuerdo con Lagunes (1994), recomienda la aplicación de algún producto botánico cuando este provoque tasa de mortalidad superior al 50%, por lo que, de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se sugeriría el uso de polvos de marco y ruda como promisorias para el control de *S. zeamais*.

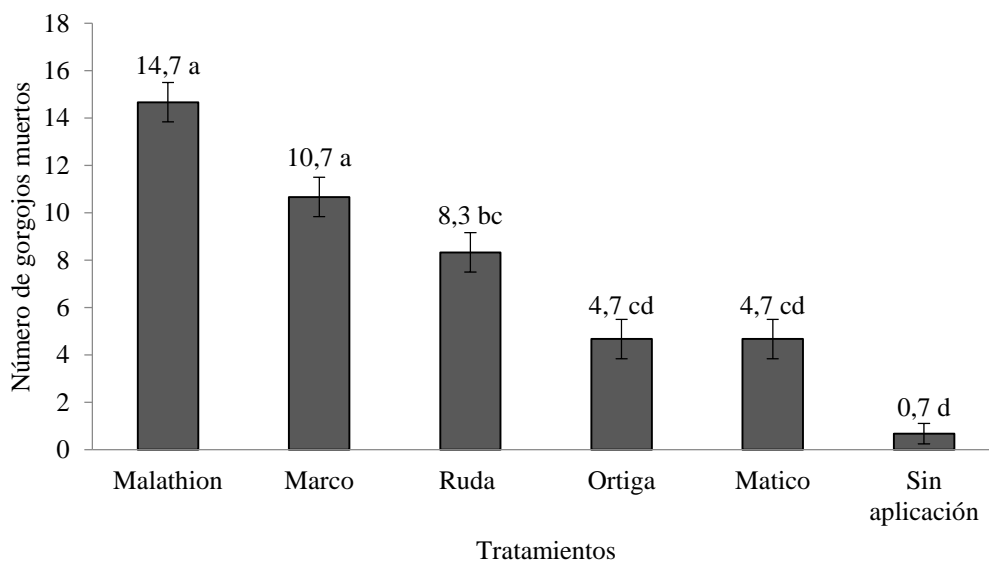


Figura 1. Mortalidad de *S. zeamais* criados en granos de maíz tratados con diferentes polvos vegetales (medias con la misma letra no mostraron diferencias significativas, $p > 0,0001$).

Los granos de maíz tratados con polvo de ortiga pesaron en promedio 149,11 g y no mostraron diferencias significativas con relación al peso de los granos tratados con Malathión y el testigo, los cuales mostraron valores de 148,51 y 147,85 g, respectivamente ($p < 0,0001$) (Figura 2). Aunque en granos tratados con polvo de marco, ruda y

matico se observó mayor pérdida de peso, estos solo disminuyeron 7,1; 9,1 y 10,5%, respectivamente en relación a los granos tratados con ortiga. De manera similar, Silva et al. (2005) consiguieron que la pérdida de peso de los granos tratados con *C. ambrosioides* L. y *Peumus boldus* Mol. no superara el 13,0%. El efecto de la

disminución en la pérdida de peso en granos de maíz tratados con polvos vegetales ha sido demostrado en trabajos previos usando *C. ambrosioides* (Ntonifor et al. 2011) y la combinación de *Acacia polyacantha* y *Plectranthus glandulosus* (Jean et al. 2015). De acuerdo con Ntonifor et al. (2011), la menor pérdida de peso en granos tratados con polvos bioinsecticidas (*C. ambrosioides*) podría ser atribuida a la mortalidad causada a los insectos adultos, los cuales no causan perforaciones a los granos ya sea para alimentación y/o oviposición,

manteniéndose los granos íntegros sin pérdida de humedad. La menor pérdida de peso obtenida en granos tratados con polvo de ortiga sugiere el potencial de esta planta para el control de plagas de granos almacenados. Posiblemente, la composición química de sus aceites esenciales rico en cetonas, ésteres y alcoholes libres, acetilcolina, histamina, serotonina, ácido acético y ácido fórmico en los pelos urticantes tengan efecto insecticida (Abad y Piedra 2011).

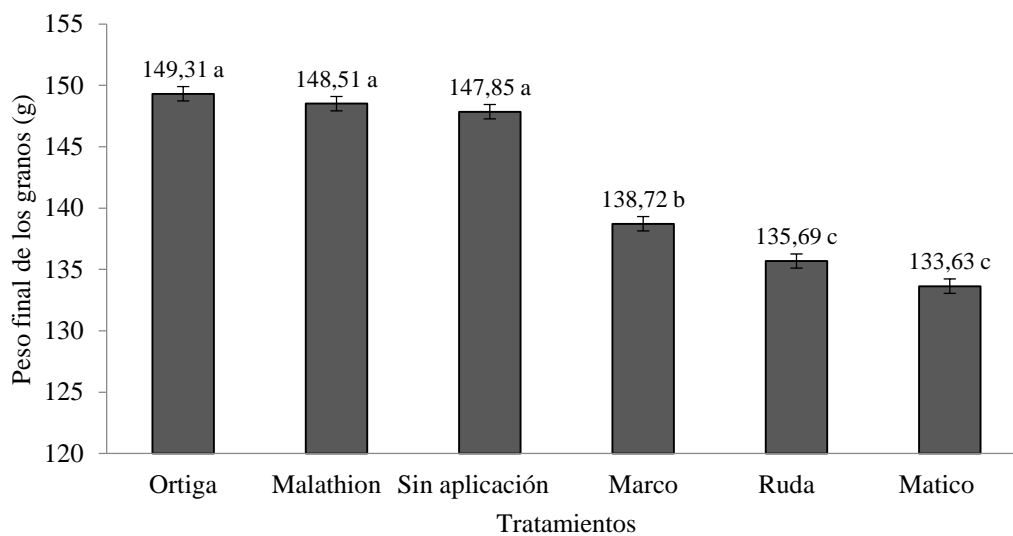


Figura 2. Peso final de granos de maíz (g) tratados con diferentes polvos vegetales (medias con la misma letra no mostraron diferencias significativas, $p > 0,0001$).

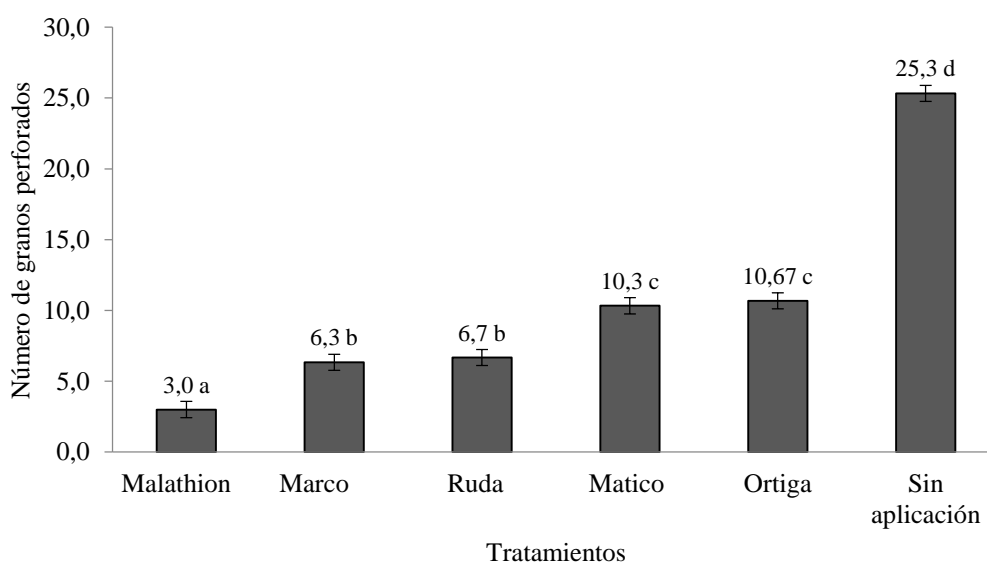


Figura 3. Numero promedio de granos de maíz perforados por *S. zeamais* tratados con diferentes polvos vegetales (medias con la misma letra no mostraron diferencias significativas, $p > 0,0001$).

Con relación al número de granos perforados, todos los tratamientos con polvos vegetales fueron significativamente diferentes al tratamiento con malathion ($p < 0,0001$) (Figura 3). El menor número de granos de maíz perforados por el gorgojo *S. zeamais* fue observado cuando estos fueron tratados con polvo de marco y ruda que presentaron en promedio 6,33 y 6,67 granos perforados, respectivamente, seguidos de los tratamientos con polvo de matico y ortiga. A pesar que estos últimos mostraron mayor número de granos perforados, estos fueron 2,5 y 2,4 veces menor que en granos sin ninguna aplicación, lo cual evidencia que todos los polvos pueden ofrecer un efecto de protección a granos de maíz contra *S. zeamais*.

Tal como era esperado, el peso del material de desecho producido por la alimentación de los gorgojos en los granos de maíz varió entre los tratamientos ($p < 0,0001$), siendo menor en los granos tratados con malathion, el cual no mostró diferencias con los tratamientos donde se aplicaron los diferentes polvos vegetales (Figura 4). No se observaron diferencias entre la cantidad de desecho producido en granos a los que se aplicó algún tipo de polvo vegetal, los cuales variaron entre 14,5 y 17,4 g. Con la utilización de plantas biocidas, la producción de material de desecho fue desde 29,6 hasta 35,9% menor con relación

al testigo sin aplicación. La producción de estos desechos se debe a que una vez que las hembras ovipositan en perforaciones dentro del grano cubren sus huevos con un mucílago transparente y las larvas se alimentan del endospermo del grano hasta la formación de la pupa (García-Lara et al. 2007). Durante el crecimiento, estas larvas consumen una cantidad de alimento mayor que su peso, produciendo un daño directo al alimentarse del embrión o endospermo, causando pérdida de peso, reducción de la germinación y menor cantidad de nutrientes, por consiguiente, disminuye la calidad de las mismas que tiene como resultado final un precio reducido en el mercado (Caneppele et al. 2003).

La mayoría de especies vegetales que se utilizan en la protección vegetal, muestran un efecto insectostático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos al actuar como repelentes, disuasivos de la alimentación u ovipostura, disruptores y reguladores de crecimiento (Silva et al. 2003, Metcalf y Metcalf, 1992). Por lo tanto, todas las plantas con efecto insectostático ejercen una acción preventiva más que curativa, pues una vez que el insecto penetra en el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora carece de efecto (Rodríguez 2000, Lagunes 1994).

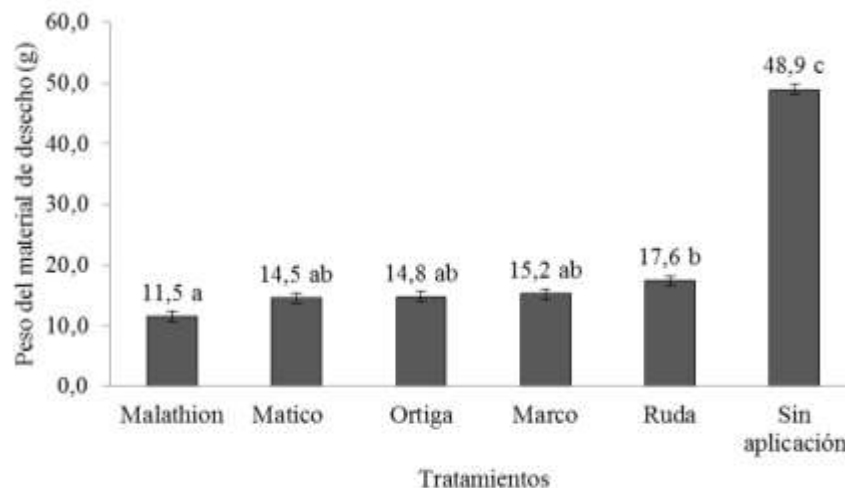


Figura 4. Peso del material de desecho (g) producido por la alimentación de *S. zeamais* en granos tratados con diferentes polvos vegetales (medias con la misma letra no mostraron diferencias significativas, $p > 0,0001$).

CONCLUSIONES

De las plantas evaluadas, el polvo de ruda (*Ruta graveolens*) y marco (*Ambrosia arborescens*) muestran la mayor actividad insecticida sobre el gorgojo del maíz, sin

embargo, se requieren estudios que evalúen el efecto de diferentes concentraciones de modo de optimizar su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, G; Piedra, A. 2011. Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para control de plagas en cultivos hortícolas. Tesis en Ingeniera Química. Universidad de Cuenca, Ecuador. 111 p.
- Abdullahi, N; Umar, I; Tukur, Z; Babura, SR. 2014. Comparative efficacy of the bark and root powders of *Acacia nilotica* against maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) in Kano State of Nigeria. African Journal of Agricultural Research 9(6):588-592.
- Caneppele, MAB; Caneppele, C; Lázzari, FA; Lázzari, SMN. 2003 Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). Revistya Brasileira de Entomologia 47(4):625-630.
- García-Lara, C; Carrillo, C; Bergvinson DJ. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. D.F., México, CIMMYT. 55 p.
- Jean, WG; Nchiwan, NE; Dieudonné, N; Christopher, S; Adler, C. 2015. Efficacy of diatomaceous earth and wood ash for the control of *Sitophilus zeamais* in stored maize. Journal of Entomology and Zoology Studies 3(5):390-397.
- Kumar, D; Kalita, P. 2017. Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. Foods 6(1) 8-25.
- Lagunes, TA. 1994. Extractos, polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. Memoria. Colegio de Postgraduados-USAID-CONACYT-BORUCONSA. Texcoco, México. Montecillo. 32 p.
- Mareggiani, G. 2001. Manejo de insectos plagas mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal. Manejo Integrado de Plagas 60:22-30.
- Mazzonetto, F. 2002. Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col: Bruchidae). Tesis de Doctorado, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 134 p.
- Metcalf, RL; Metcalf, ER. 1992. Plant kairomones in insect ecology and control. New York, USA. Chapman and Hall. 169 p.
- Ntonifor, NN; Forbanka, DN; Mbuh, JV. 2011. Potency of *Chenopodium ambrosioides* powers and its combinations with wood ash on *Sitophilus zeamais* in stored maize. Journal of Entomology, 8(4): 375-383.
- Páez, A. 1987. Uso de polvos vegetales e inertes minerales como una alternativa para el combate del gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) en maíz almacenado. Tesis (Magister) - Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. 135 p.
- Procópio, S; Vendramim, J; Ribeiro, J; Santos, JB. 2003. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). Ciência e Agrotecnologia 27: 1231-1236.
- Rodríguez, C. 2000. Plantas contra plagas: potencial práctico de ajo, anona, nim, chile y tabaco. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM). Texcoco, México. 133 p.
- Salvadores, Y; Silva, G; Tapia, M; Hepp, R. 2007. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado. Agricultura Técnica 67(2):147-154.
- Silva, G; Lagunes, A; Rodriguez, J. 2003. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. Ciencia e Investigación Agraria 30(3):161-174.
- Silva, G; Lagunes A; Rodríguez, JC; Rodríguez D. 2002. Insecticidas vegetales; una vieja y nueva alternativa en el manejo de insectos. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 66:4-12.
- Silva, G; Orrego, O; Hepp, R; Tapia, M. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40(1):11-17.
- Silva, G; Pizarro, D; Casals, P; Berti, M. 2003. Evaluación de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz

- almacenado. *Revista Brasileira de Agrociência* 9(4):383-388
- Silva, GA. 2001. Evaluación de polvos vegetales solos y en mezcla con inertes minerales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maíz almacenado. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo, Texcoco. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 75 p.
- Tavares, M. 2002. Bioatividade da erva de Santa Maria *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. (Col.: Curculionidae). Tesis Magister en Ciencias. Universidad de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 59 p.
- Weaver, D.; Subramanyam, B. 2000. Botanicals. In Subramanyam B., Hagstrum D.W. (eds.). Alternatives to pesticides in stored-product IPM. Boston, Kluwer Academic. p. 303-320.
- White, N; Leesch, J. 1996. Chemical control. In B. Subramanyam, Hagstrum D. (eds.). Integrated management of insects in stored products. New York, Marcel Dekker Inc. p. 287- 330.